

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Kliniken Essen-Mitte

Vergleich der Erfolgsrate von Intubationen mit einer gebogenen vs. einer
konventionellen Magill-Zange im Einsatz bei erschwerten nasotrachealen
Intubationen mit Airtraq, C-Mac oder Glidescope

I n a u g u r a l – D i s s e r t a t i o n
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
durch die Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

Vorgelegt von
Stefan Peter Staar
aus Oberhausen
2012

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. J. Buer
1. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. H. Groeben
2. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. G. F. Lehnerdt
3. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. D. Kindgen-Milles, Düsseldorf

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Dezember 2012

Für Melle

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	6
2. Material und Methoden	10
2.1. Einschlusskriterien und Patienten	10
2.2. Methoden	11
2.3. Ablaufprotokoll	16
2.4. Statistische Auswertung	18
3. Ergebnisse	20
3.1. Anthropometrische Daten, Einleitungsmedikamente für eine Allgemeinnarkose	20
3.2. Kriterien für den erwarteten schwierigen Atemweg	20
3.3. Erfolgsraten und Zeiten für das Einführen des	
Eschmann-Stabes	20
3.4. Sicht auf den Larynx nach der Klassifikation nach Cormack . und Lehane	22
3.5. Optimierungsmanöver	23
3.6. Gesamtzeit und Erfolgsrate der endotrachealen nasalen Intubation	24
3.7. Hämodynamische Daten und Oxygenierung	25
3.8. Komplikationen	25

4. Diskussion	26
5. Zusammenfassung	35
6. Literaturverzeichnis	36
7. Anhang	47
7.1. Abkürzungsverzeichnis	47
7.2. Tabellen	48
8. Danksagung	50
9. Lebenslauf	52

1. Einleitung und Fragestellung

Zur Durchführung von Allgemeinanästhesien für kiefer- und gesichtschirurgische Eingriffe ist es häufig erforderlich, zur Sicherung des Atemweges und zur kontrollierten Beatmung einen Beatmungsschlauch (Endotrachealtubus) unter laryngoskopischer Sicht durch die Nase in die Luftröhre einzuführen.

Wird der Endotrachealtubus durch die Nase eingeführt, stellt dies im Vergleich zu einer orotrachealen Intubation größere technische Anforderungen an den durchführenden Arzt, da nicht nur durch das Laryngoskop eine Sicht auf die Eingansebene des Kehlkopfes hergestellt, sondern auch noch der Tubus über einen vorgegebenen anatomischen Weg in den Kehlkopf eingebracht werden muss [Aldrete, J.A. (1969), Dogra et al. (1990), St. Mont, G. et al. (2012)].

Der nasale Intubationsvorgang muss daher in zwei von einander unabhängige Schritte unterteilt werden:

Im ersten Schritt wird in Allgemeinanästhesie mit Hilfe eines Laryngoskopes der Kehlkopfeingang sichtbar gemacht.

Allerdings ist dieser Schritt nicht bei jedem Patienten ohne Einschränkung direkt durchzuführen. Schon die direkte Laryngoskopie allein weist eine Rate, abhängig vom jeweiligen Patientengut von 1,8 bis 27 % schwieriger Intubationen auf [Lewis, M. et al. (1994), Lundström, L.H. et al. (2009), Randell, T. (1996), Shiga, T. et al. (2005)], d.h. der erfahrene Anästhesist kann die

Stimmritze nicht einsehen und den Endotrachealtubus nicht im ersten Versuch in die Trachea einführen.

In diesen Fällen bedarf es zusätzlicher Hilfsmittel oder besonderer Maßnahmen, wie den Einsatz von indirekten Laryngoskopen, die mit Hilfe von Spiegeln (z.B. Airtraq®) oder integrierten optischen Fasern (z.B. C-MAC®, Glidescope®) einen Einblick auf den Kehlkopfeingang ermöglichen (Abb.1) [Niforopoulou, P. et al. (2010)].

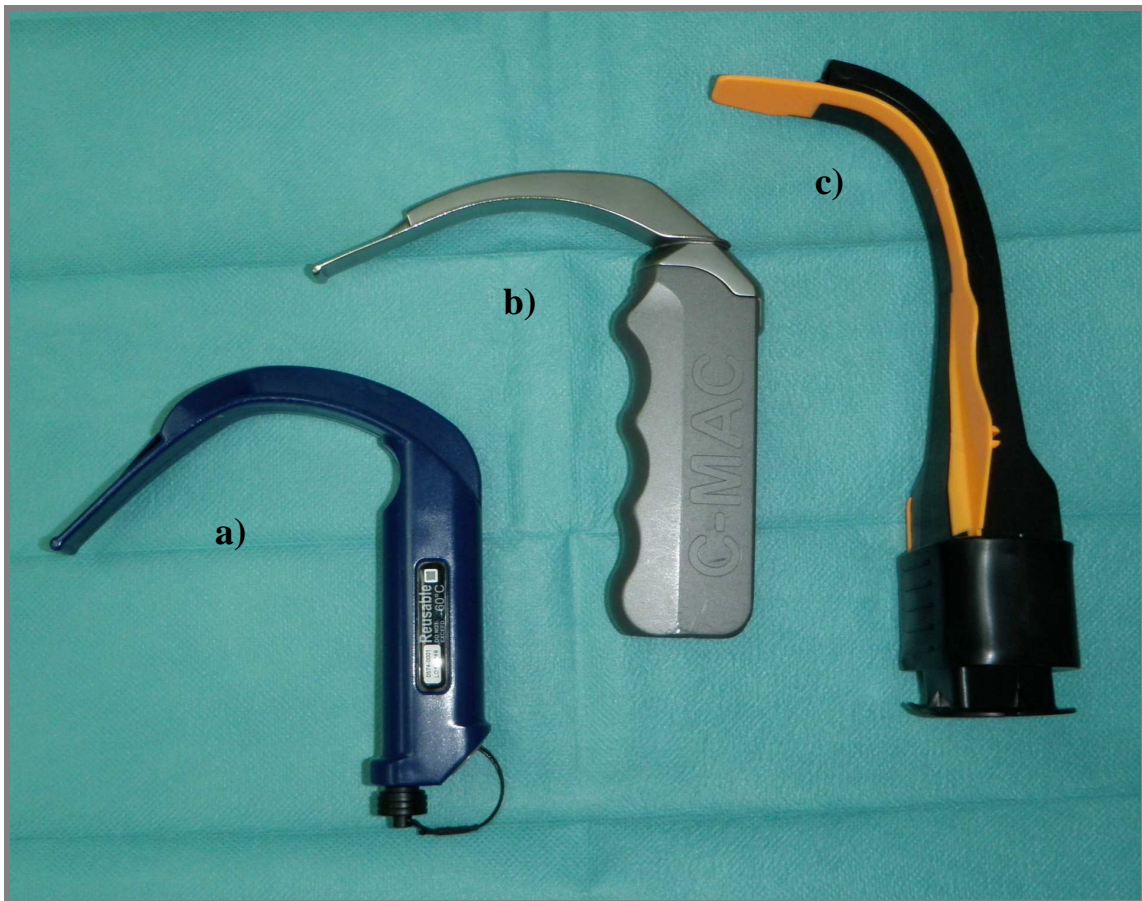


Abb.1: a) Glidescope® b) C-MAC® c) Airtraq® nasal

In zahlreichen Studien konnte die Überlegenheit dieser Hilfsmittel im Vergleich zum üblichen Macintosh-Laryngoskop bei erwartetem und unerwartetem schwierigen Atemweg im realen und simulierten Einsatz gezeigt werden [Asai, T. (2012), Hirabayashi, Y., Seo, N. (2009), Hirabayashi, Y., Seo, N. (2008), , Jones, P.M. et al. (2008), Koyama, Y. et al. (2007), López-Negrete, I.L. et al. (2010), Malik, M.A. et al. (2009), Powell, L. et al. (2009), Savoldelli, G.L. et al. (2008), Stroumpoulis, K. et al. (2009), Teoh, W.H. et al. (2010), Thong, S.Y., Lim, Y. (2009), Yamamoto, K. et al. (1997)].

Kann der Kehlkopfeingang dargestellt werden, wird im zweiten Schritt der bereits durch die Nase in den Rachen vorgeschobene Endotrachealtubus unter Sicht in die Trachea eingeführt.

Häufig sind für diesen Schritt gerade in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie auf Grund der besonderen pathologischen Veränderungen, wie Tumor, Schwellung oder angeborene bzw. erworbene anatomische Veränderungen des Gesichts oder Nasenrachenraumes zusätzliche Manöver, wie der Krikoiddruck [Ulrich, B. et al. (1998)] oder die Lageveränderung des Kopfes bzw. Hilfsmittel wie eine Zange (z.B. Magill-Zange) oder ein Führungsstab (z.B. Eschmann-Stab [Viswanathan, S. et al. (1992)]) erforderlich [Ayuso, M. et al. (2003), Dogra, S. et al. (1990), Finucane, B.T. et al. (2011), Hall, C.E.J., Shutt, L.E. (2003), Hirabayashi, Y., Seo, N. (2008), Matsuyama, K. et al. (2012), Peters, T.E., Fry, E.A. (1984), Schoettker, P. et al. (2010), Slemann, K.W. (1979), St. Mont, G. et al. (2012), Takenaka, I. et al. (2009)].

Die konventionelle Magill-Zange wurde ursprünglich zur Fremdkörperentfernung bei der direkten Laryngoskopie entwickelt [Nosker, G.S., Swan, K.G. (2007), Sternbach, G. (1984)] und ist daher bei der indirekten Laryngoskopie möglicherweise auf Grund des gebogenen natürlichen Atemwegs nur bedingt einsetzbar [Boedecker, B.H. et al. (2012), Magill, I.W. (1920), Sims, L. et al. (2004), St. Mont, G. et al. (2012)].

Konsequenterweise wurde daher eine Magill-Zange (Abb.2) so verändert, dass sie sich den Gegebenheiten der indirekten Laryngoskopie anpassen soll.

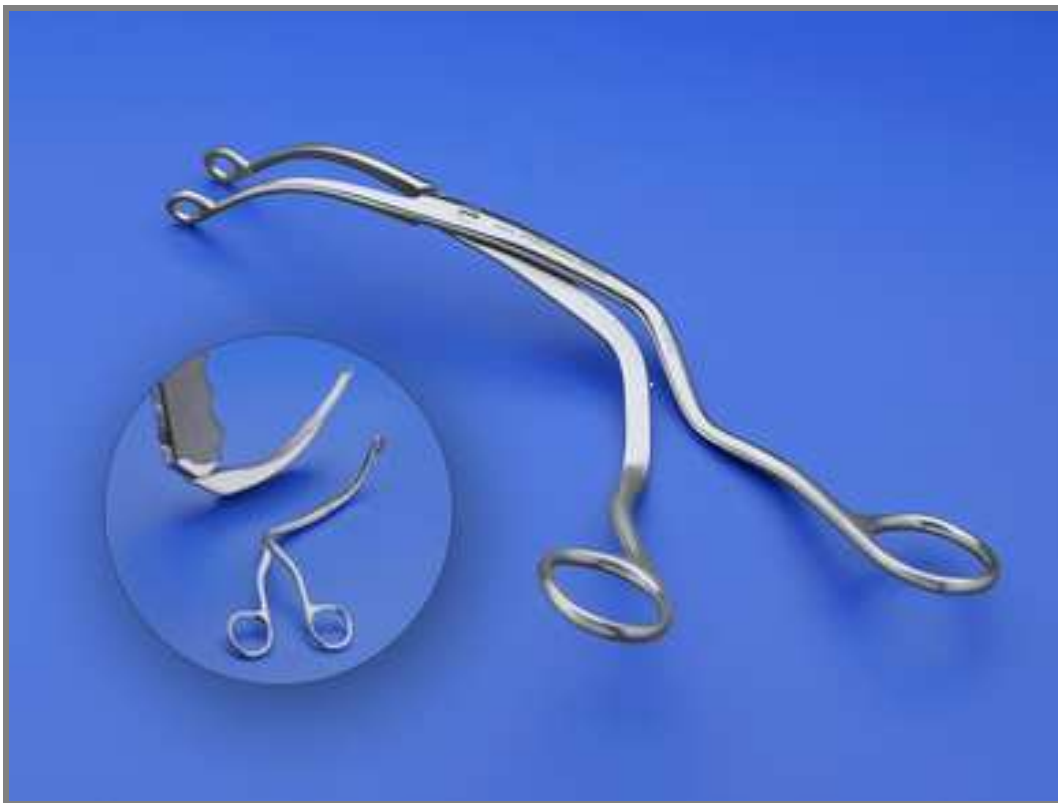


Abb.2: modifizierte Magill-Zange nach Boedecker (Bild aus Storz/Online-Katalog)

Ziel der Untersuchung war, prospektiv und randomisiert die Erfolgsrate einer nasalen Intubation bei erwartet schwierigem Atemweg mit einer veränderten Magill-Zange im Gegensatz zu der üblichen geraden Zange unter der Hypothese, dass es keinen Unterschied gibt, zu vergleichen.

2. Material und Methoden

2.1. Einschlusskriterien und Patienten

Nach Genehmigung durch die Ethikkommission der Ärztekammer Nordrhein wurden 150 Patienten, die sich einer elektiven Mund-Kiefer-Gesichtschirurgischen Operation in Allgemeinanästhesie mit nasotrachealer Intubation unterziehen mussten, nach vorheriger schriftlicher Einwilligung in die Studie aufgenommen. Voraussetzung war ein Mindestalter von 18 Jahren und eine in der Prämedikationsambulanz erhobene Messung der Mundöffnung von mindestens 1,5 cm.

Hochrisikopatienten mit einer ASA-Klassifikation von 4 oder höher, mit geplanter Rapid Sequence Induction (Ileus-Einleitung) oder mit reduzierter Apnoetoleranz (z. B. extremes Körpergewicht, chronische Lungenerkrankungen, erhöhte Körpertemperatur > 38,0°C) wurden nicht mit eingeschlossen.

Je 50 Patienten wurden randomisiert einem der drei verschiedenen Laryngoskopieverfahren zugeordnet. Des Weiteren wurde für jeden Patienten randomisiert die Reihenfolge des Einsatzes der beiden unterschiedlichen Magill-Zangen vorgegeben.

2.2. Methoden

Der zu erwartende schwierige Atemweg [Knill, R.L. (1993)] wurde an mindestens einem der folgenden Kriterien festgelegt wurde [Randell, T. (1996)]:

1. Zahnreihenabstand $\leq 2,5$ cm
2. modifizierte Mallampati-Klassifikation Grad IV (Abb. 3)
3. anamnestisch bekannte Intubationsschwierigkeiten
4. sichtbares Passagehindernis (z. B. Tumor oder Ödem) entlang der oberen Luftwege

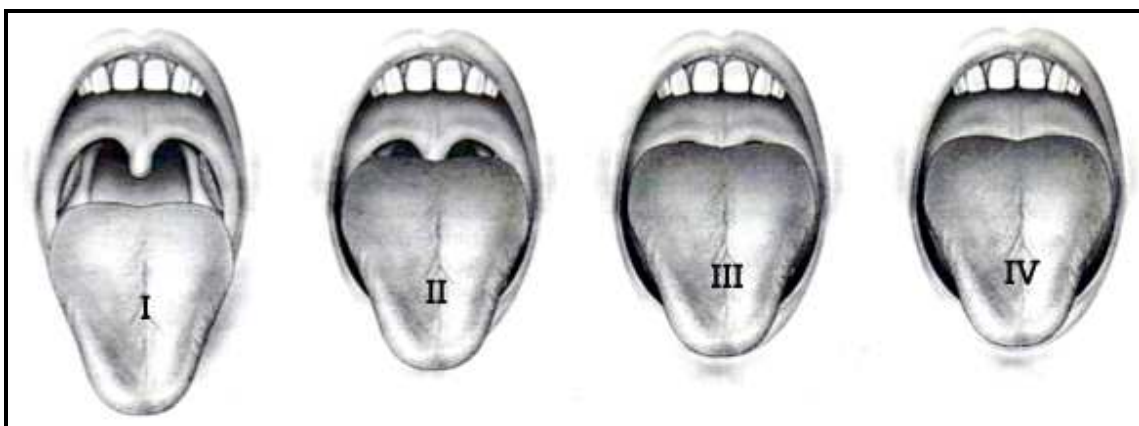


Abb.3: modifizierte Mallampati-Klassifikation

Die Beurteilung der Mallampati-Klassifikation erfolgte bei aufrecht sitzendem Patienten, maximal geöffnetem Mund und herausgestreckter Zunge. Dabei wurden die Patienten gebeten, zu phonieren [Lewis, M. et al. (1994), Mallampati, S.R. et al. (1985), Samsoon, G.L.T., Young, J.R.B. (1987)].

Vor der Narkoseeinleitung wurde die Mallampati-Einstufung erneut von dem die Intubation durchführenden Facharzt für Anästhesie vorgenommen.

Im Falle, dass der Mallampati-Score von 4 nicht verifiziert werden konnte, wurde der Patient von der Studie ausgeschlossen (n=2) und durch einen nachfolgenden Patienten ersetzt.

Die laryngoskopische Darstellung des Kehlkopfeinganges wurde abgeschätzt nach der Klassifikation von Cormack und Lehane (Abb. 4) [Cormack, R.S., Lehane, J. (1984), Krage, R. et al. (2010)]:

- | | |
|----------|---|
| Grad I | Stimmbänder sind komplett einsehbar |
| Grad II | nur Aryregion und hinterer Abschnitt der Stimmbänder ist sichtbar |
| Grad III | nur die Epiglottis ist sichtbar |
| Grad IV | keine dieser Strukturen sind sichtbar, nur der weiche Gaumen |

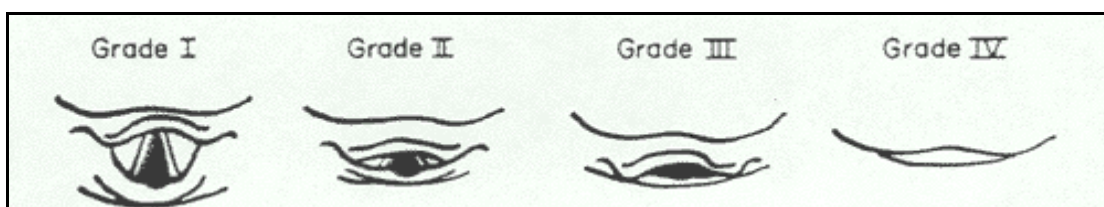


Abb.4: Einteilung der Sicht bei der Laryngoskopie nach Cormack und Lehane. Grad I lässt die gesamte Stimmbandenebene erkennen; im Falle von Grad IV ist die Stimmbandenebene und Epiglottis nicht zu sehen.

Alle Intubationen wurden von insgesamt 9 erfahrenen Fachärzten für Anästhesie durchgeführt, die mindestens zwei Jahre im Bereich der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie eingesetzt waren.

Jeder von ihnen hatte mehr als 10 erfolgreiche Intubationen mit jedem der drei benutzten indirekten Laryngoskope durchgeführt, bevor sie an der Studie teilnehmen konnten.

Um den Eschmannstab in den Kehlkopfeingang einführen zu können, wurde bei jedem Patienten eine konventionelle Magill-Zange (Karl Storz Endoskope, Tuttlingen, Deutschland; Abb.5) und eine nach Boedecker [Boedecker, B.H. et al. (2012)] modifizierte Zange (Karl Storz Endoskope, Tuttlingen, Deutschland; Abb.5) benutzt.

Anhand eines computergestützten Zufallsgenerators wurden die Patienten randomisiert den drei Gruppen der unterschiedlichen indirekten Laryngoskope zugeordnet. Ebenfalls wurde die Reihenfolge des Einsatzes der Zangen bei jedem einzelnen Patienten randomisiert festgelegt.

Der jeweilige Anästhesist, der die Intubation vornahm, kannte die Randomisation nicht und erhielt die Information über die Intubationstechnik und die Reihenfolge des Einsatzes der Zangen erst nach Einleitung der Allgemeinanästhesie.

Zur Optimierung der Intubationsbedingungen waren Positionsänderungen des Kopfes oder äußere Manipulationen am Kehlkopf - auch in Kombination beider Manöver - erlaubt.

Für die nasale endotracheale Intubation wurden drei unterschiedliche indirekte Laryngoskope, das Airtraq®nasal (orange) der Firma Prodol (USA), das GlideScope® der Firma Verathon Medical Europe (lysselstein, Niederlande) mit Spatelgrösse 4 und das C-MAC® Videolaryngoskop der Firma Karl Storz Endoskope (Tuttlingen, Deutschland) mit dem 3er Macintosh-Spatel verwendet (siehe Abb.1 und 5).

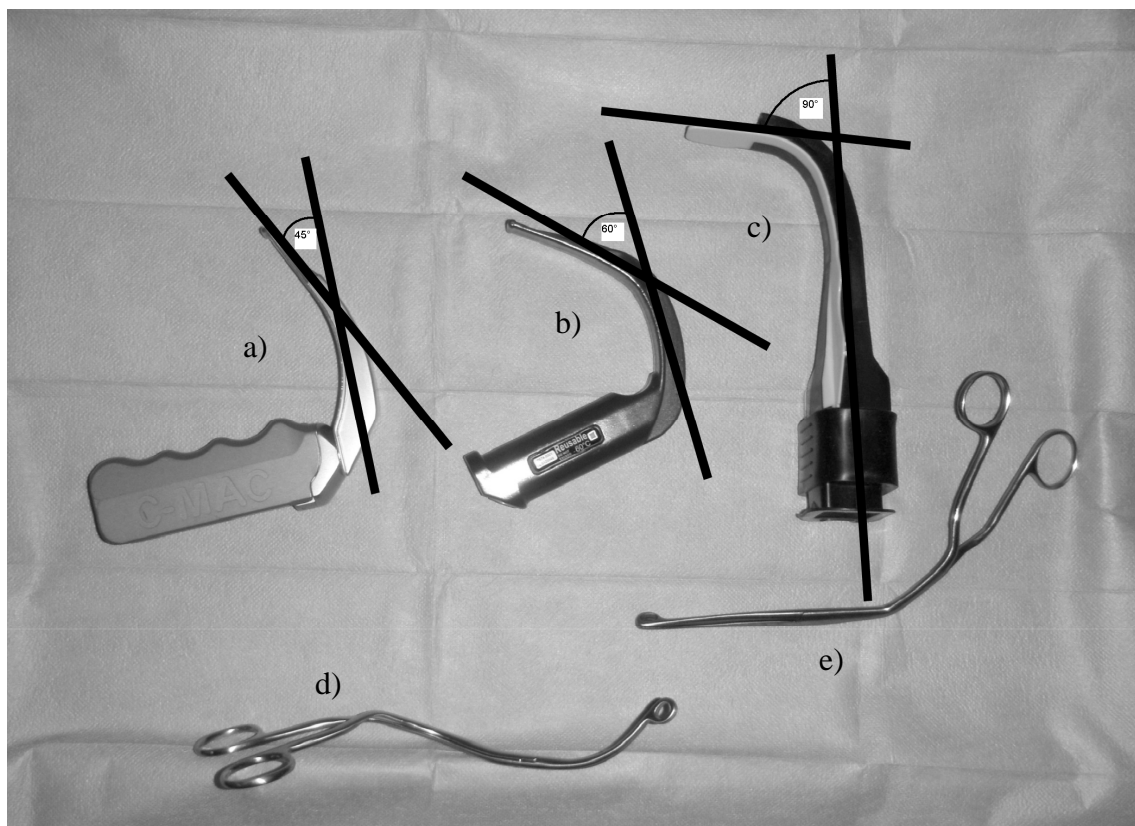


Abb.5: a) C-Mac b) Glidescope c) Airtraq nasal d) Zange nach Boedecker e) konventionelle Magill-Zange

Das Airtraq® Laryngoskop ist ein für die indirekte Laryngoskopie entwickeltes Einwegprodukt [Maharaj, C.H. et al. (2008), Maharaj, C.H. et al. (2006), Meininger, D. et al. (2010), Serocki, G. et al. (2010)]. Das Bild wird von der Spatelspitze über Spiegel und Prismen in einem Sucher am Ende des Griffes sichtbar gemacht.

Ursprünglich für die orale Intubation konfiguriert, besitzt es einen optischen Kanal und einen Führungskanal für den Endotrachealtubus [Maharaj, C.H. et al. (2006)]. Durch Entfernen des Führungskanals für die nasale Intubation konnte die Baugröße des Spatels in der Tiefe und Breite reduziert werden.

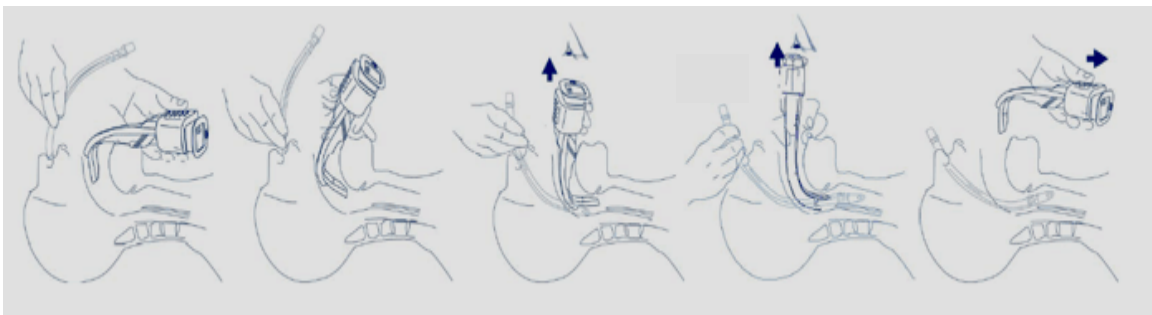


Abb.6: Anwendungsbeispiel des nasalen Airtraq; Bild aus <http://airtraq.com/airtraq/noticias.itemcontent.action?id=3>

Der Spatel des Glidescope Laryngoskopes ist ab der Hälfte des distalen Endes um zusätzlich 60° abgewinkelt. An der Spitze des Spatels sitzt ein optischer Chip, der die Signale an einen an den Handgriff angeschlossenen tragbaren Monitor weiterleitet [Cooper, R.M. (2003), Hirabayashi, Y. (2006), Jungbauer, A. et al. (2009), Xue, F. et al. (2006)].

Das C-Mac System wurde aus dem Berci-Kaplan DCI Videolaryngoskop weiterentwickelt [Aziz, M.F. et al. (2012), Cavus, E. et al. (2010), Kaplan, M.B. et al. (2006)]. Der Spatel ist wie ein normaler Macintosh-Spatel konfiguriert mit einer optischen Achse von ca. 45° und besitzt ebenfalls einen Videochip an der Spitze. Auch hier wird das Bild über einen an den Handgriff angeschlossenen tragbaren Monitor dargestellt.

Die Auswahl der Tubusgrösse (6.5 mm bis 7,5 mm ID) lag im Ermessen des Anästhesisten und wurde individuell anhand der Weite der Nasenpassage festgelegt.

2.3. Ablaufprotokoll

Der Kopf der Patienten wurde in Rückenlage auf ein 7 cm hohes Kissen gelagert. Ein Infusionszugang und ein Standard-Monitoring mit nichtinvasiver Blutdruckmessung, EKG und Sättigungsclip wurden angelegt.

Nach Vorbereiten des Nasen-Rachen-Raumes mit Xylometazolin - Nasentropfen (0,1%) und Lidocain-Gel (2%) und Präoxygenierung mit 100 %igem Sauerstoff wurde nach Dosisvorgabe des durchführenden Anästhesisten mit einer standardisierten intravenösen Narkoseinduktion mit Propofol (1%) und Remifentanyl (10µg/ml) und nach suffizienter Maskenbeatmung mit Succinylcholin (10 mg/ml) begonnen.

Ein Tubus wurde über den unteren Nasengang in den Oropharynx eingeführt. Gemäß der nun aufgedeckten Randomisation wurde die Larynxebene mit

einem der drei indirekten Laryngoskope dargestellt und die jeweils beste Sicht nach Cormack und Lehane klassifiziert.

Durch den Tubus wurde dann ein Eschmann-Intubationsstab in den Pharynx eingeführt und mit Hilfe der randomisierten ersten der beiden Zangen in die Trachea eingeführt (Abb.7) [Heitz, J.W., Mastrando, D. (2005)]. Diese Zeit (Beginn Greifen der Magill-Zange bis erfolgreiches Einbringen des Eschmannstabes in die Trachea) wurde gemessen.



Abb.7: Einführen des Eschmannstabes in die Trachea mit Hilfe einer Magill-Zange (hier mit Glidescope Laryngoskop)

Danach wurde der Eschmannstab in die Ausgangsposition zurückgezogen und dieser Vorgang mit der zweiten Zange wiederholt. Diese Zeit wurde ebenfalls gemessen.

Über den in der Trachea liegenden Eschmannstab wurde dann der Tubus in den Kehlkopf vorgeschoben und geblockt. Die Gesamtintubationszeit vom Mundöffnen bis zum Blocken des Tubus-Cuffs wurde erfasst.

Konnte der Patient trotz aller Manöver nicht intubiert werden, galt der Versuch als gescheitert und der Anästhesist konnte die beiden verbliebenen indirekten Laryngoskope benutzen.

Wären auch diese Intubationsversuche gescheitert, hätte man den Patienten aufwachen lassen und wach fieberoptisch intubiert [American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway (2003), Benumof, J.L. (1991), Georgi, R. (1995), Heidegger, T., Gerig, H.J. (2004), Peterson, G.N. et al. (2005), Sukhupragarn, W., Churnchongkolkul, W. (2010)]. Vor der Narkoseeinleitung und nach der Intubation wurden die Vitalparameter (RR, Puls, Sättigung) dokumentiert.

2.4. Statistische Auswertung

Die Daten werden als Mittelwert \pm Standardabweichung dargestellt. Die Stichprobenkalkulation basierte auf der primären Hypothese, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Erfolgsrate, einen Eschmannstab entweder mit Hilfe einer konventionellen Magill-Zange oder einer modifizierten gebogenen aus dem Oropharynx in den Larynx einzuführen, gibt. Der Unterschied sollte mindestens 15 % betragen mit einem alpha-Fehler von 0,05 und einem beta-Fehler von 0,2.

Die Stichprobenkalkulation ergab eine minimale Zahl von 37 Patienten pro Gruppe, die wir auf 50 für jedes Laryngoskop aufrundeten.

Die folgende a priori Nullhypothese wurde untersucht: Es gibt keinen Unterschied zwischen der Erfolgsrate des Einbringens eines Eschmann-Stabes aus dem Oropharynx in den Larynx mit Hilfe einer konventionellen geraden Magill-Zange im Gegensatz zu einer modifizierten gebogenen Zange.

Zusätzlich wurden folgende vier explorative Hypothesen getestet:

1. Bei jedem einzelnen Patienten gibt keinen Unterschied in der Zeit, die benötigt wird, um den Eschmann-Stab mit Hilfe entweder der geraden oder der gebogenen Zange in die Trachea einzuführen.
2. Die Beurteilung der Sicht auf den Larynx nach Cormack und Lehane unterscheidet sich nicht bei der Laryngoskopie mit den drei unterschiedlichen indirekten Laryngoskopen.
3. Es gibt keinen Unterschied in der Gesamtintubationszeit bei dem Einsatz der drei verschiedenen indirekten Laryngoskope.
4. Die Erfolgsrate der endotrachealen Intubation unterscheidet sich nicht bei der Benutzung der drei unterschiedlichen Laryngoskope.

Die Hypothesen wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Testes (Erfolgsrate des Einsatzes der Magill-Zangen, Darstellung der Glottis nach Cormack und Lehane, Erfolgsrate der endotrachealen Intubation) bzw. der Varianzanalyse mit posthoc t-Test (Zeit der Intubation) überprüft.

Unterschiede, die zu einer Ablehnung der Hypothesen führten, galten als signifikant bei einem $p > 0,05$.

3. Ergebnisse

3.1. Anthropometrische Daten, Einleitungsmedikamente für die Allgemeinanästhesie

Es gab weder signifikante Unterschiede in den anthropometrischen Daten der Patienten, noch konnten signifikante Unterschiede in der Dosierung der einzelnen Einleitungsmedikamente festgestellt werden (Tab.1, 2)

3.2. Kriterien für den erwarteten schwierigen Atemweg

Das führende Kriterium, einen schwierigen Atemweg vorauszusehen, war ein Zahnreihenabstand von 2,5 cm oder kleiner (insgesamt $2,7 \pm 0,9$, $n = 66$; Tab.1), gefolgt von einer vorher dokumentierten schwierigen Intubation ($n = 57$), einem Mallampati-Score von 4 ($n = 16$; Tab.1) und zuletzt von einer offensichtlichen Schwellung bzw. einem Tumor ($n = 11$).

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Verteilung dieser Kriterien in den drei Gruppen (Tab.1).

101 Patienten erfüllten mehr als eines von den von uns aufgestellten Kriterien für den zu erwartenden schwierigen Atemweg.

3.3 Erfolgsraten und Zeiten für das Einführen des Eschmann-Stabes

Über alle Patienten gesehen und für jede der drei Gruppen war die Erfolgsrate, einen Eschmann-Stab in den Larynx einzuführen, mit der modifizierten Magill-Zange signifikant höher (Abb. 8; $p < 0.0001$).

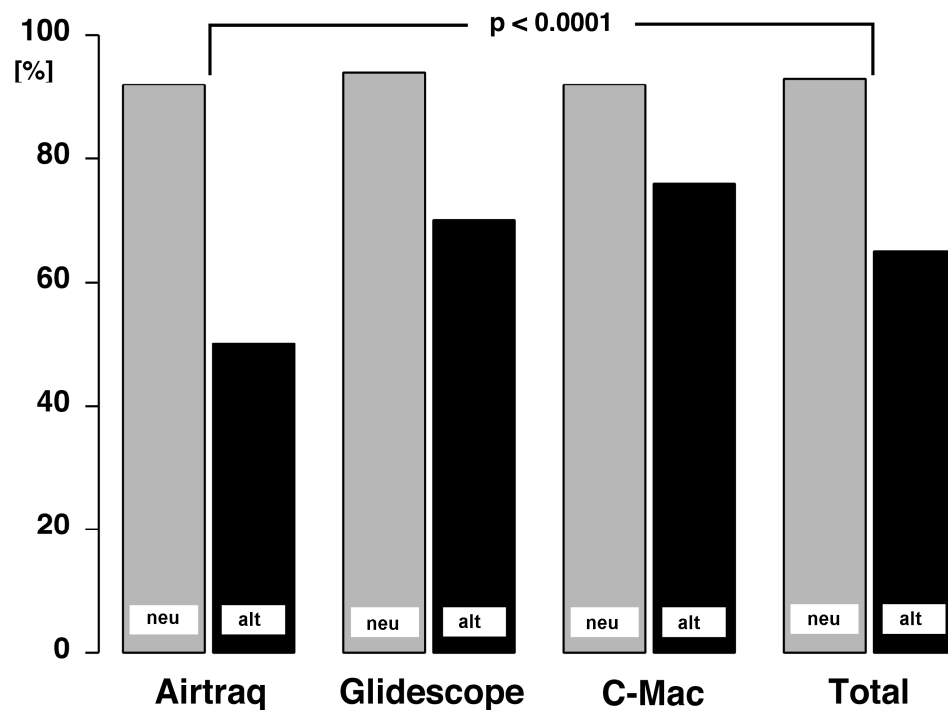


Abb.8: Prozentualer Anteil der erfolgreichen Versuche des Einführens eines Eschmann-Stabes in den Kehlkopfeingang mit Hilfe der modifizierten (neu - grauer Balken) bzw. konventionellen (alt - schwarzer Balken) Magill-Zange

Im Falle, dass ein Platzierungsversuch mit einer der Zangen fehlgeschlagen war, wurde die Zeit für den am längsten dauernden erfolgreichen Versuch für die statistische Auswertung eingesetzt.

Auch die Zeit, die mit den jeweiligen Zangen benötigt wurde, um den Eschmann-Stab in die Stimmritze einzuführen, war über alle Patienten und in allen drei Gruppen signifikant kürzer bei der modifizierten Magill-Zange (Abb.9; $p < 0,0001$).

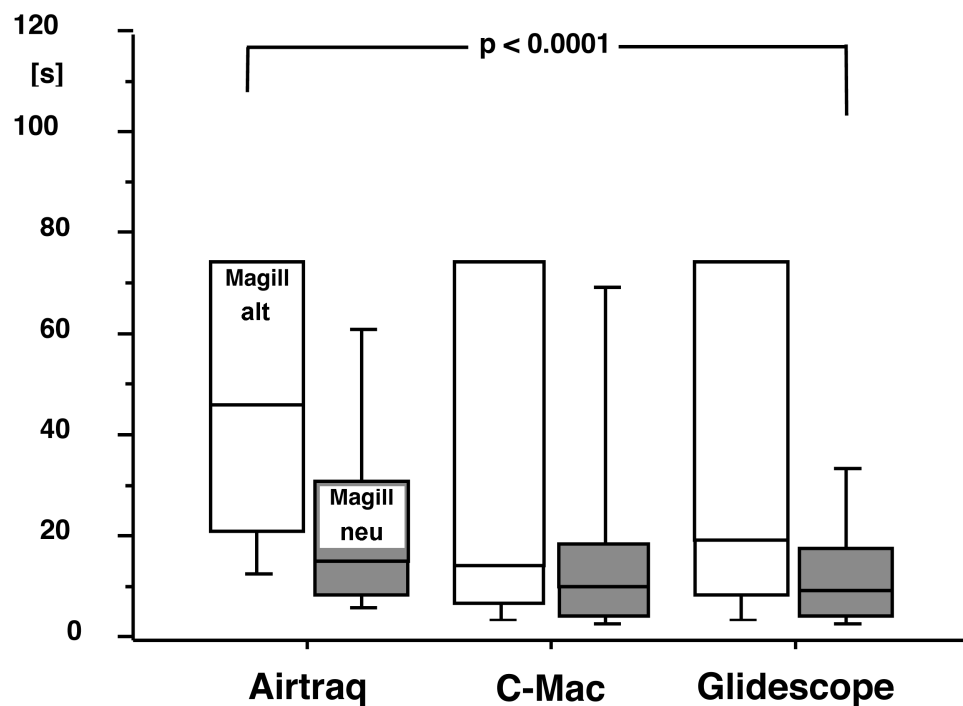


Abb.9: Boxplot-Darstellung der Einführungszeit eines Eschmann-Stabes in den Kehlkopfeingang mit der konventionellen (alt – weißer Balken) bzw. der modifizierten (neu – grauer Balken) Magill-Zange

3.4 Sicht nach der Klassifikation von Cormack und Lehane

Mit dem Airtraq Laryngoskop konnte eine signifikant bessere Sicht bei den Patienten mit erwartetem schwierigen Atemweg dargestellt werden, als mit dem C-Mac oder dem Glidescope (Abb.10; Tab. 1; Airtraq vs. Glidescope, $p = 0,0135$; Airtraq vs. C-Mac, $p = 0,0052$), während es keinen Unterschied zwischen dem Glidescope und dem C-Mac gab ($p = 0,7504$).

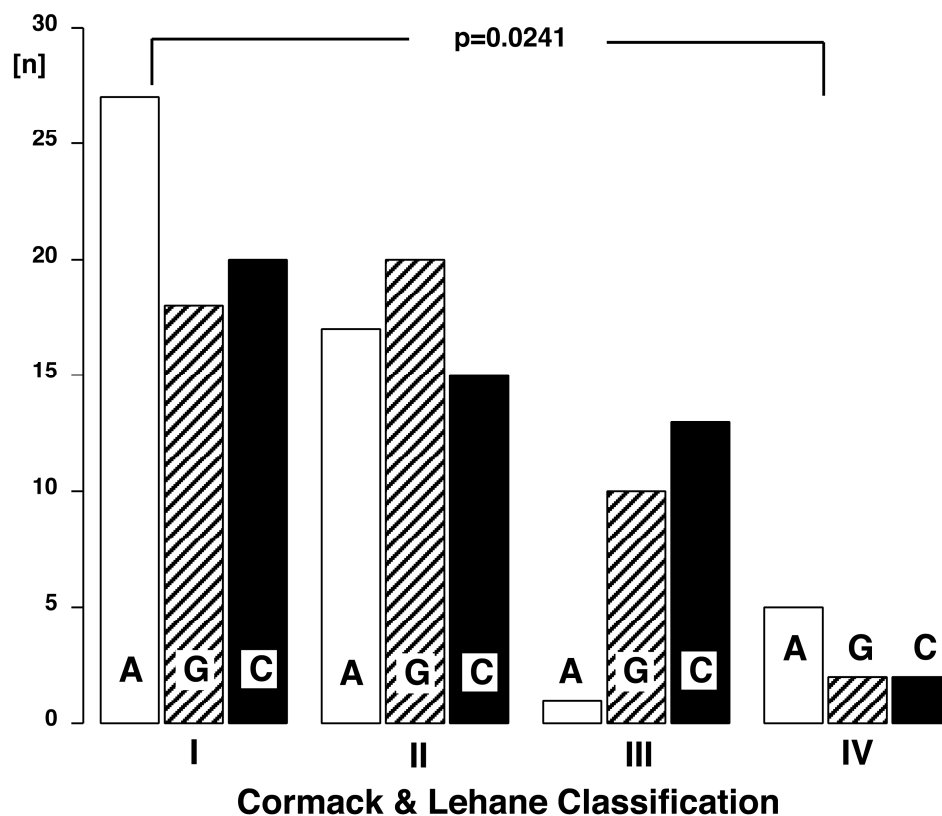


Abb.10: Verteilung der Sicht nach der Klassifikation von Cormack und Lehane (Airtraq = weißer Balken; Glidescope = schraffierter Balken; C-Mac = schwarzer Balken; $p = 0,0241$ nach Varianzanalyse)

3.5 Optimierungsmanöver

Im Vergleich der drei indirekten Laryngoskopieverfahren gab es keinen signifikanten Unterschied in der Notwendigkeit, Optimierungsmanöver zur Einstellung des Kehlkopfeinganges einzusetzen ($p = 0,7137$).

Bei 87 Patienten war kein Optimierungsmanöver notwendig. Alleinige Manipulation des Kehlkopfes war in 36 Fällen notwendig und in weiteren 27 Fällen eine zusätzliche Veränderung der Lage des Kopfes.

3.6 Gesamtzeit und Erfolgsrate der endotrachealen nasalen Intubation

In allen drei Gruppen der unterschiedlichen Intubationstechniken gab es Patienten, die mit dem primären Laryngoskop nicht intubiert werden konnten (Airtraq n = 6; Glidescope n = 5; C-Mac n = 6). In jedem dieser Fälle gelang die Intubation jedoch mit einem der beiden übrigen Verfahren. Letztendlich musste kein Patient fiberoptisch intubiert werden.

Die durchschnittliche Intubationszeit vom Öffnen des Mundes bis zum Block des Tubus-Cuffs betrug 88 ± 47 s. Die Intubationszeit (Abb.11) für das Airtraq Laryngoskop war im Vergleich zum Glidescope und zum C-Mac signifikant länger (Tab.3; Airtraq vs. Glidescope, $p = 0,0135$; Airtraq vs. C-Mac, $p = 0,0074$), während es für das Glidescope und das C-Mac keinen Unterschied gab (Tab.3; $p = 0,8263$).

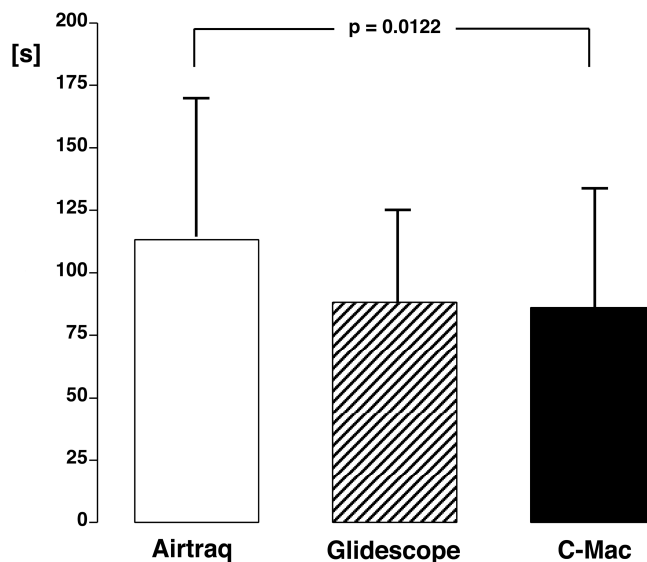


Abb.11: Darstellung der Gesamtzeit der Intubation (Airtraq = weißer Balken; Glidescope = schraffierter Balken; C-Mac = schwarzer Balken; $p = 0,0122$ nach Varianzanalyse)

3.7 Hämodynamische Daten und Oxygenierung

Zwischen den drei Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied bei den Messungen für den nichtinvasiven Blutdruck, der Herzfrequenz und der peripheren Sauerstoffsättigung.

Nach erfolgter Narkoseinduktion und Intubation fielen der Blutdruck und die Herzfrequenz ohne signifikanten Unterschied ab, wogegen die Sauerstoffsättigung in allen drei Gruppen konstant blieb (Tab.2).

Es gab drei Fälle eines deutlichen Sättigungsabfalles (81%, 79% und 78%), jeweils einer in jeder Gruppe, die jedoch ohne Folgen für die Patienten beherrscht werden konnten.

3.8 Komplikationen

Die einzigen Komplikationen, die auftraten, waren Blutungen der Schleimhaut im Bereich des Nasenrachenraumes, die durch den Vorschub des Endotrachealtubus ausgelöst wurden. Sie traten in 27% (n = 40) aller Intubationen auf und waren nicht signifikant über alle drei Gruppen verteilt [Domino, K.B. et al. (1999)].

In der Airtraq-Gruppe kam es zu einer Verletzung des harten Gaumens. Der Großteil der Blutungen sistierte spontan bis zum Ende des Eingriffes und bedurfte keiner weiteren Intervention. Nur in zwei Fällen war das postoperative Einlegen von Nasentamponaden erforderlich.

Komplikationen wie postoperative Halsschmerzen oder orale Verletzungen konnten nicht bewertet werden, da sie typische Begleiterscheinungen nach Mund-Kiefer-Gesichtschirurgischen Eingriffen sind.

4. Diskussion

Bei Patienten mit zu erwartender schwieriger nasaler Intubation führt der Einsatz einer modifizierten, gebogenen Magill-Zange in Kombination mit indirekter Laryngoskopie zu einer erhöhten Erfolgsrate beim Einführen eines Eschmann-Stabes in den Larynx.

Dieses Verfahren ist schneller durchzuführen, als mit einer konventionellen geraden Zange. Dieser Vorteil ist unabhängig von den benutzten unterschiedlichen indirekten Laryngoskopen.

Zusätzlich zeigt sich, dass mit dem Airtraq®-Laryngoskop eine bessere Sicht nach Cormack und Lehane einzustellen ist. Der Ablauf der Intubation ist jedoch länger als mit den beiden weiteren eingesetzten Laryngoskopen.

Diese Resultate könnten von der Auswahl des Patientengutes und von der Induktionstiefe der Allgemeinanästhesie als wesentliche Bestandteile der Intubationsbedingungen beeinflusst sein.

Um diese Faktoren auszuschließen, haben wir die anthropometrischen Daten der Patienten (Tab.1) und die Dosierung der Einleitungsanästhetika (Tab.2) der drei Gruppen miteinander verglichen und fanden keinen signifikanten Unterschied.

Um den Einfluss der Anästhesieführung zu minimieren, wurde die Randomisation der Intubationsart und der Reihenfolge des Zangeneinsatzes erst nach Narkoseeinleitung dem durchführenden Anästhesisten mitgeteilt. Zusätzlich wurde, um unsere primäre Nullhypothese zu testen, der Einfluss der Patientenauswahl und der Anästhesieinduktion dadurch minimiert, dass durch den Einsatz beider Zangen bei jedem Patienten der jeweilige Patient seine eigene Gegenkontrolle darstellte.

Generell wird eine Studie, die sich mit dem schwierigen Atemweg beschäftigt, durch die Tatsache erschwert, dass die schwierige Intubation erst nach dem Intubationsversuch als solche gewertet werden kann.

Deshalb stellt sich die Auswahl der Patienten, um eine vorhergesehene schwierige Intubation zu untersuchen, als komplex dar, da sich im Nachhinein nicht alle Intubationsversuche als schwierig herausstellen [Calder, I. (1992), Frerk, C.M. (1994), Iohom, G. et al. (2003), McPherson, D. et al. (2012), Rose, D.K., Cohen, M.M. (1994), Rose, D.K., Cohen, M.M. (1996), Shiga, T. et al. (2005), Tse, J.C. et al. (1995), Wilson, M.E. et al. (1988), Yentis, S.M. (2006)].

Um eine hohe Prozentzahl von Patienten mit schwierigem Atemweg für die Studie zu gewinnen, wählten wir zum einen Patienten aus dem Bereich der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, die per se ein höheres Risiko für eine erschwerte Intubation auf Grund von Veränderungen des oberen Atemweges in Form von Tumor, Schwellung oder angeborene bzw. erworbene Deformitäten des Gesichtes und der pharyngealen Strukturen aufweisen [Ayuso, M. et al. (2003), Hall, C.E.J., Shutt, L.E. (2003), Tuzuner-Oncul, A.M., Kuckyavuz, Z. (2008)].

Des Weiteren wurden die Kriterien für einen erwarteten schwierigen Atemweg sehr eng gesetzt.

Der anamnestisch vorbeschriebene schwierige Atemweg [Lundstrome, L.H. et al. (2009), Maharaj, C.H. et al. (2008)] und der deutliche Tumor oder die Schwellung des Mund- und Rachenraumes [Hall, C.E.J., Shutt, L.E. (2003)] sind eindeutige Kriterien, während der Zahnreihenabstand und der Mallampati-Score eine signifikante Rate von falsch positiven Ergebnissen haben können [Lewis, M. et al. (1994)].

Um zu vermeiden, dass zu viele Patienten mit normalem Atemweg in die Studie aufgenommen wurden, haben wir uns dazu entschlossen, einen maximalen Zahnreihenabstand von 2,5 cm statt 3,5 bis 4,0 cm zu fordern, wie er in anderen Studien zu diesem Thema festgelegt wurde [Maharaj, C.H. et al. (2008), Maharaj, C.H. et al. (2006)].

Auch entschieden wir uns, nur Patienten mit einem Mallampati-Score von IV, der von zwei unabhängigen, erfahrenen Anästhesisten verifiziert wurde, mit einzuschließen [Ayuso, M. et al. (2003), Maharaj, C.H. et al. (2008), Merah, N.A. et al. (2005), Rose, D.K., Cohen, M.M. (1994)].

Abschließend erfüllten 67% unserer Patienten mehr als eines dieser Kriterien. Insgesamt nehmen wir an, dass das ausgewählte Patientenkollektiv dazu geeignet ist, unsere Hypothese zu testen.

Eine wesentliche Einschränkung im Design von Studien, die sich mit dem Vergleich von unterschiedlichen Intubationstechniken befassen, ist die Schwierigkeit der Verblindung.

Um den persönlichen Einfluss des durchführenden Anästhesisten zu minimieren, legten wir den Schwerpunkt unserer Untersuchung auf die Erfolgsrate und die Zeit, einen Eschmann-Stab mit Hilfe der unterschiedlichen Zangen in den Kehlkopf einzuführen.

Zusätzlich wurde der Anästhesist erst nach Einleitung des Patienten über die jeweilige Intubationstechnik informiert, um mögliche Einflüsse auf die Dosierung der Einleitungsnarkotika zu vermeiden.

Bei der Technik der nasalen Intubation sind die Laryngoskopie und das Einbringen eines Tubus in die Trachea zwei anatomisch unterschiedliche Bereiche, die unabhängig voneinander problematisch sein können.

Für die Platzierung eines nasalen Tubus in die Trachea wird generell der Einsatz einer Magill-Zange empfohlen [Finucane, B.T. et al. (2011), Hirabayashi, Y, Seo, N. (2008), Mahajan, R. et al. (2007)]. Die Benutzung dieser Zange wird jedoch durch die Empfindlichkeit des Cuffs erschwert, der bei Manipulation mit den Branchen leicht beschädigt und damit undicht werden kann.

Bei einer schwierigen nasalen Intubation kommt hinzu, dass der zur Verfügung stehende Raum noch enger sein kann und sich die Berührung und eventuelle Beschädigung kaum vermeiden lässt.

Deshalb empfiehlt sich dringend der Einsatz eines elastischen Führungsstabes (z.B. der Eschmann-Stab) zur Führung des Endotrachealtubus [Arisika, H. et al. (2010), Bhanumurthy, S., McCaughey, W. (1994), Cossham, P.S. (1997), Dogra, S. et al. (1990), Latto, I.P. et al. (2002)].

Durch das primäre Einführen des Führungsstabes in die Trachea vermeidet man den Kontakt des Tubus-Cuffs mit den Zangenbranchen. In der Regel lassen sich die elastischen Stäbe auch wesentlich besser mit der Zange greifen und positionieren. Dieses erfolgreiche Verfahren, einen nasalen Tubus einzuführen, wurde bereits früher beschrieben.

Solange man ein direktes Laryngoskop verwendet, kann man eine konventionelle gerade Magill-Zange soweit es die direkte Sicht erlaubt einsetzen.

Mit der Einführung der indirekten Laryngoskopiertechnik drängt sich nun die Frage auf, ob diese Werkzeuge weiter so einsetzbar sind, ersetzt oder modifiziert werden müssen.

Hierbei ist die Frage nach dem erfolgreichen Einsatz der konventionellen Zange in der indirekten Laryngoskopie nicht beschränkt auf ein spezifisches Laryngoskop.

Deshalb kamen bei dieser Untersuchung drei unterschiedliche indirekte Laryngoskope zum Einsatz, welche alle in früheren Studien zum schwierigen Atemweg erfolgreich eingesetzt werden konnten [Lange, M. et al. (2009)].

Im Wesentlichen unterschieden sie sich letztendlich in der optischen Achse, wobei das C-Mac am nächsten an den konventionellen Macintosh-Spatel herankommt und das Airtraq einen Winkel von fast 90° besitzt. Das Glidescope bewegt sich zwischen diesen beiden Achsen (Abb.5).

In einer vorangegangenen Studie zur schwierigen nasalen Intubation mit Hilfe des Airtraq Laryngoskop fiel auf, dass der Einsatz der konventionellen geraden Magill-Zange in der Hälfte der Versuche fehlschlug [St. Mont, G. et al. (2012)]. Entsprechend dieser Ergebnisse zeigt sich hier, dass die Erfolgsrate der konventionellen geraden Zange signifikant geringer ist verglichen mit der modifizierten, an die Form der Laryngoskope angepassten gebogenen Magill-Zange.

Bei dem Laryngoskop mit dem extremsten Winkel (Airtraq) findet man daher auch die niedrigste Erfolgsrate für die gerade Zange. Begleitend dazu benötigt man auch die längste Zeit bei deren Einsatz.

Einige Studie beschreiben, dass die Intubation mit einem indirekten Laryngoskop länger dauern, als mit dem gebräuchlichen direkten Macintosh-Laryngoskop [Asai, T. (2012), Aziz, M.F. et al. (2012), Maharaj, C.H. et al. (2006), Serocki, G. et al. (2010), Stroumpoulis, K. et al. (2009)].

Dieser Unterschied kann nicht nur durch die unterschiedliche Technik, sondern auch durch die tägliche Routine erklärt werden.

Solange die indirekte Laryngoskopie nur in Ausnahmefällen bei schwierigen Intubationen im Arbeitsalltag eingesetzt wird, fehlt die routinierte Praxis und der Umgang kostet zusätzliche Zeit, wie es in der häufig zitierten Arbeit von Aziz et al. dargestellt wird [Aziz, M.F. et al. (2012), Fiadjoe, J.E. et al. (2012)].

Zum Beispiel müssen die Endotrachealtuben beim Einsatz der indirekten Laryngoskopie mit vorgebogenen Führungsstäben versehen werden, damit man sie platzieren kann [Cooper, R.M. (2003), Maharaj, C.H. et al. (2006)]. Dies

unterscheidet sich deutlich von der täglichen Routine und erfordert Erfahrung mit dem Umgang indirekter Laryngoskope, damit der Intubationsvorgang nicht unterbrochen und die Vorkrümmung des Tubus nachjustiert werden muss. Dazu kommt, dass Standardhilfsmittel wie die Magill-Zange nicht an die indirekten Laryngoskope angepasst wurden und damit deren erfolgreichen Einsatz behindern.

Schließlich werden in Studien bei der Analyse von Intubationszeiten fehlgeschlagene Intubationen häufig ausgeschlossen.

Dies bedeutet, dass heutzutage die meisten schwierigen Intubationen mit dem direkten Macintosh-Laryngoskop, bei denen man früher manchmal minutenlang bis zu einer erfolgreichen Intubation mit der Maske zwischenbeatmen musste, als fehlgeschlagen bewertet werden, während viele dieser Situationen erfolgreich mit einem indirekten Laryngoskop in dem jeweiligen geforderten Zeitrahmen beherrscht werden können.

Auf diese Weise ergibt die statistische Analyse einen starken Bias zugunsten einer „erfolgreichen und einfachen“ Intubation mit dem Macintosh-Laryngoskop.

Um diesen potentiellen Bias zu vermeiden, schlossen wir in dieser Untersuchung auch die fehlgeschlagenen Einsätze der geraden bzw. ungeraden Magill-Zange in die Analyse ein.

Mit Blick auf die Patientensicherheit waren die Intubationsversuche zwar zeitlich nicht limitiert, sondern lagen im Ermessen des durchführenden Anästhesisten.

Aber wenn es nicht gelang, eine Zange in den Sichtbereich eines Laryngoskopes zu bringen, wurde es sinnlos, den frustrierten Versuch

fortzuführen und den Patienten einem unnötigen Risiko auszusetzen. Die Zeit eines Fehlversuches wurde dann mit der maximal benötigten Zeit einer erfolgreichen Intubation in der jeweiligen Gruppe gleichgesetzt.

Werden unterschiedliche indirekte Laryngoskope miteinander verglichen, erscheinen die Unterschiede oft sehr gering und bedürfen einer großen Zahl an Probanden, um signifikante statistische Unterschiede zu erlangen [Niforopoulou, P. et al. (2010), Su, Y.C. et al. (2011), Teoh, W.H. et al. (2010), Thong, S.Y., Lim, Y. (2009)].

In dieser Untersuchung fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Erfolgsrate des Einführens eines Eschmann-Stabes in die Trachea beim kombinierten Einsatz mit einer Magill-Zange. Bei allen drei Techniken gab es eine Versagerquote von 10 bis 12%.

In einem explorativen Ansatz zeigte sich, dass das Airtraq Laryngoskop die beste Sicht auf den Kehlkopfeingang bot, aber die längste Zeit für die Intubation benötigte. Dieser Unterschied kann damit erklärt werden, dass das Airtraq die geringste Übersicht bietet und alle beteiligten Anästhesisten beschrieben, dass es schwierig war, die Branchen der Zangen in das Sichtfeld einzubringen.

Zusammenfassend zeigte sich die modifizierte Magill-Zange, die der Biegung der Laryngoskope angepasst wurde, im Falle einer erwarteten schwierigen nasalen Intubation überlegen in der Erfolgsrate gegenüber der konventionellen geraden Zange.

Unabhängig von der Art des eingesetzten indirekten Laryngoskopes sollte eine modifizierte Magill-Zange verfügbar sein, um bei diesen neuen Techniken die Intubationsbedingungen zu verbessern.

5. Zusammenfassung

Einleitung: Der Vorgang einer Intubation setzt sich aus zwei wesentlichen Schritten zusammen: 1. Herstellung der Sicht auf die Glottis; 2. Einführen des Endotrachealtubus. Im Rahmen schwieriger nasaler Intubationen kann der erste Schritt durch indirekte Laryngoskopieverfahren erleichtert werden, während der zweite Schritt von der Sicht unabhängig und technisch schwierig sein kann. Üblicherweise wird hier der Einsatz einer Magill-Zange empfohlen. Da die Magill-Zange auf die direkte Laryngoskopie abgestimmt ist, stellt sich die Frage, ob diese Zange für die indirekten Laryngoskopieverfahren geeignet ist. Daher haben wir bei Patienten mit zu erwartenden schwierigen nasalen Intubationen den Erfolg einer geraden Magill-Zange mit einer gebogenen Zange im Einsatz bei drei verschiedenen indirekten Laryngoskopen (Airtraq, Glidescope, C-Mac) verglichen.

Methoden: Bei 150 Patienten mit einer erwarteten schwierigen nasalen Intubation wurde randomisiert ein Intubationsversuch mit Airtraq, Glidescope oder C-Mac Laryngoskop durchgeführt. Nach Visualisierung der Glottis wurde aus dem Nasenrachenraum ein Eschmann-Stab je nach Randomisierung zuerst mit der geraden bzw. gebogenen Zange in den Kehlkopf eingeführt. Danach wurde der Stab zurückgezogen und der Vorgang mit der alternativen Zange wiederholt. Der Erfolg, die Zeit für die Interventionen, die Sicht nach Cormack und Lehane und die gesamte Intubationszeit wurden bestimmt.

Ergebnisse: Alle Patienten konnten mit einem der Laryngoskope intubiert werden. Die Erfolgsrate im Einsatz der geraden Zange war signifikant kleiner als die der gebogenen (65% vs. 93%; $p < 0,0001$). Es gab keinen Unterschied in der Erfolgsrate der drei Laryngoskope. Intubationen mit dem Airtraq dauerten trotz signifikant besserer Sicht signifikant länger, was auf eine signifikant längere Zeit bei dem Einsatz der beiden Zangen zurückzuführen ist.

Schlussfolgerung: Wenn im Rahmen schwieriger nasaler Intubationen indirekte Laryngoskope eingesetzt werden, sollte zur Optimierung der Intubationsbedingungen eine gebogene, d.h. den Laryngoskopen angepasste Zange zur Verfügung stehen.

6. Literaturverzeichnis

1. Aldrete, J.A. (1969): Nasotracheal intubation. Surgical Clinics of North America 49, 1209-1215
2. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway (2003): Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology 98, 1269-1277
3. Arisika, H., Sakuraba, S., Furuya, M., Higuchi, K., Yui, H., Kiyama, S., Yoshida, K. (2010): Application of gum elastic bougie to nasal intubation. Anesth Prog 57(3), 112-113
4. Asai, T. (2012): Videolaryngoscopes: Do they truly have roles in difficult airways? Anaesthesiology 116, 515-517
5. Ayuso, M., Sala, X., Luis, M., Carbo, J. (2003): Predicting difficult orotracheal intubation in pharyngo-laryngeal disease: preliminary results of a composite index. Can J Anaesth 50, 249-256
6. Aziz, M.F., Dillman, D., Fu, R., Brambrink, A.M. (2012): Comparative effectiveness of the C-MAC video laryngoscope versus direct laryngoscopy in the setting of the predicted difficult airway. Anesthesiology 116, 629-636
7. Benumof, J.L. (1991): Management of the difficult adult airway with special emphasis on awake tracheal intubation. Anesthesiology 75, 1087-1110

8. Bhanumurthy, S., McCaughey, W. (1994): Gum elastic bougie for nasotracheal intubation. *Anaesthesia* 49(9), 824-825
9. Boedecker, B.H., Bernhagen M.A., Miller D.J., Doyle D.J. (2012): Comparison of the Magill forceps and the Boedecker (curved) intubation forceps for removal of a foreign body in a manikin. *J Clin Anesth.* 24(1), 25-27
10. Calder, I. (1992): Predicting difficult intubation. *Anaesthesia* 47, 528-529
11. Cavus, E., Kieckhaefer, J., Doerges, V., Moeller, T., Thee, C., Wagner, K. (2010): The C-MAC videolaryngoscope: first experiences with a new device for Videolaryngoscopy-guided intubation. *Anesth Analg* 110(2), 473-477
12. Cooper, R.M. (2003): Use of a new videolaryngoscope (GlideScope) in the management of a difficult airway. *Can J Anaesth* 50, 611-613
13. Cormack, R.S., Lehane J. (1984): Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 39, 1105-1111
14. Cossham, P.S (1997): Nasotracheal tube placement over a bougie. *Anaesthesia* 52, 184-185
15. Dogra, S., Falconer, R., Latto, I.P. (1990): Successful difficult intubation – Tracheal tube placement over a gum-elastic bougie. *Anaesthesia* 45, 774-776
16. Domino, K.B., Posner, K.L., Caplan, R.A., Cheney, F.W. (1999): Airway injury during anesthesia: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 91, 1703-1711

17. Fiadjoe, J.E., Gumaney, H., Dalesio, N., Sussmann, E., Zhang, X., Stricker, P.A. (2012): A prospective randomized equivalence trial of the GlideScope Cobalt® video laryngoscope to traditional direct laryngoscopy in neonates and infants. *Anesthesiology* 116, 622-628
18. Finucane, B.T., Tsui, B.C.H., Santora, A.H. (2011): Nasotracheal intubation in Principles of airway management. 4. Ed. New York, Dordrecht, Heidelberg (usw.): Springer-Verlag; s. bes. S. 349-356
19. Frerk, C.M. (1994): Predicting difficult intubation. *Anaesthesia* 46, 1005-1008
20. Georgi, R. (1995): Die fiberoptische Wachintubation. Indikation und Vorgehen. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 30, 172-174
21. Hall, C.E.J., Shutt, L.E. (2003): Nasotracheal intubation for head and neck surgery. *Anaesthesia* 58, 249-256
22. Heidegger, T., Gerig, H.J. (2004): Algorithms for management of the difficult airway. *Curr Opin Anaesthesiol* 17(6), 483-484
23. Heitz, J.W., Mastrando, D. (2005): The use of a gum elastic bougie in combination with a videolaryngoscope. *J Clin Anesth* 17(5), 408-409
24. Hirabayashi, Y. (2006): GlideScope videolaryngoscope facilitates nasotracheal intubation. *Can J Anaesth* 53, 1163-1164
25. Hirabayashi, Y., Seo, N. (2009): Airtraq laryngoscope has an advantage over Macintosh laryngoscope for nasotracheal intubation by novice laryngoscopists. *J Anesth* 23, 172-173

26. Hirabayashi, Y., Seo, N. (2008): Nasotracheal intubation using the Airtraq versus Macintosh laryngoscope: a manikin study. *Anesth Prog.* 55, 78 – 81
27. Iohom, G., Ronayne, M., Cunningham, A.J. (2003): Prediction of difficult tracheal intubation. *Eur J Anaesth* 20(1), 31-36
28. Jones, P.M., Armstrong, K.P., Armstrong, P.M., Cherry, R.A., Harle, C.C., Hoogstra, J., Turkstra, T.P. (2008): A comparison of glidescope videolaryngoscopy to direct laryngoscopy for nasotracheal intubation. *Anesth Analg* 107, 144-148
29. Jungbauer, A., Schumann, M., Brunkhorst, V., Börgers, A., Groeben, H. (2009): Expected difficult tracheal intubation: a prospective comparison of direct laryngoscopy and video laryngoscopy in 200 patients. *Br J Anaesth* 102(4), 546-550
30. Kaplan, M.B., Hagberg, C.A., Ward, D.S., Brambrink, A., Chibber, A.K., Heidegger, T., Lozada, L., Ovassapian, A., Parsons, D., Ramsay, J., Wilhelm, W., Zwissler, B., Gerig, H.J., Hofstetter, C., Karan, S., Kreisle, N., Pousman, R.M., Thierbach, A., Wrobel, M., Berci, G. (2006): Comparison of direct and video-assisted views of the larynx during routine intubation. *J Clin Anesth* 18, 357-362
31. Knill, R.L. (1993): Defining the difficult airway. *Anesthesiology* 79, 413-414
32. Koyama, Y., Inagawa, G., Miyashita, T., Kikuchi, T., Miura, N., Miki, T., Kurihara, R., Kamiya, Y., Goto, T. (2007): Comparison of the Airway Scope, gum elastic bougie and fiberoptic bronchoscope in simulated difficult tracheal intubation: a manikin study. *Anaesthesia* 62(9), 936-939

33. Krage, R., van Rijn, C., van Groeningen, D., Loer, S.A., Schwarte, L.A., Schober, P. (2010): Cormack-Lehane classification revisited. *Br J Anaesth* 105(2), 220-227
34. Lange, M., Frommer, M., Redel, A., Trautner, H., Hampel, J., Kranke, P., Kehl, F., Scholtz, L.U., Roewer, N. (2009): Comparison of the Glidescope and Airtraq optical laryngoscopes in patients undergoing direct microlaryngoscopy. *Anaesthesia* 64(3), 323-328
35. Latto, I.P., Stacey, M., Mecklenburgh, J., Vaughan, R.S. (2002): Survey of the use of the gum elastic bougie in clinical practice. *Anaesthesia* 57, 379-384
36. Lewis, M., Keramati, S., Benumof, J.L., Berry, C.C. (1994): What is the best way to determine oropharyngeal classification and mandibular space length to predict difficult laryngoscopy? *Anesthesiology* 81(1), 69-75
37. López-Negrete, I.L., Salinas Aguirre, U., Castrillo Villán, J.L., Rodríguez Delgado, T., Colomino Alumbrosos, J., Aguilera Celorrio, L. (2010): Comparison of the view of the glottis opening through Macintosh and Airtraq laryngoscopes in patients undergoing scheduled surgery. *Revista española de anestesiología y reanimación* 57(3), 147-152
38. Lundström, L.H., Møller, A.M., Rosenstock, C., Astrup, G., Gätke, M.R., Wetterslev, J., and the Danish Anaesthesia Database (2009): A documented previous difficult intubation as a prognostic test for a subsequent difficult tracheal intubation in adults. *Anaesthesia* 64, 1081-1088

39. Magill, I.W. (1920): Forceps for intratracheal anaesthesia. Br. Med. J. ii, 670
40. Mahajan, R., Batra, Y.K., Kumar, S. (2007): Another use of Magill forceps to assist nasotracheal intubation. Can J Anaesth 54 (11), 957-958
41. Maharaj, C.H., Costello, J.F., Harte, B.H., Laffey, J.G. (2008): Evaluation of the Airtraq and Macintosh laryngoscopes in patients at increased risk for difficult tracheal intubation. Anaesthesia 63, 182-188
42. Maharaj, C.H., Higgins, B.D., Harte, B.H., Laffey, J.G. (2006): Evaluation of intubation using the Airtraq or Macintosh laryngoscope by anaesthetists in easy and simulated difficult laryngoscopy – a manikin study. Anaesthesia 61, 469-477
43. Maharaj, C.H., O`Croinin, D., Curley, G., Harte, B.H., Laffey, J.G. (2006): A comparison of tracheal intubation using the Airtraq or the Macintosh laryngoscope in routine airway management: A randomized, controlled clinical trial. Anaesthesia 61, 1093-1099
44. Malik, M.A., O`Donoghue, C., Carney, J., Maharaj, C.H., Harte, B.H., Laffey, J.G. (2009): Comparison of the Glidescope®, the Pentax AWS®, and the Truview EVO2® with the Macintosh laryngoscope in experienced anaesthetists: a manikin study. Br J Anaesth 102(1), 128-134
45. Mallampati, S.R., Gatt, S.P., Gugino, L.D., Desai, S.P., Warsksa, B., Freiburger, D., Liu, P.L. (1985): A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. Canadian Anaesthetists Society Journal 32, 429-434

46. Matsuyama, K., Shibata, M., Fujinaka, W., Takatori, M., Trada, K. (2012): Effectnes of gum elastic bougie for tracheal intubation with Airtraq optical laryngoscope. *Masui* 61 (1), 64-67
47. McPherson, D., Vaughan, R.S., Wilkes, A.R., Mapleson, W.W., Hodzovic, I. (2012): A survey of anaesthetic practice in predicting difficult intubation in UK and Europe. *Eur J Anaesthesiol* 29, 218-222
48. Meininger, D., Strouhal, U., Weber, C.F., Fogl, D., Holzer, L., Zacharowski, K., Byhahn, C. (2010): Direct laryngoscopy or C-MAC video laryngoscopy? Routine tracheal intubation in patients undergoing ENT surgery. *Anaesthesist* 59, 806-811
49. Merah, N.A., Wong, D.T., Foulkes-Crabbe, D.J., Kushimo, O.T., Bode, C.O. (2005): Modified Mallampati test, thyromental distance and inter-incisor gap are the best predictors of difficult laryngoscopy in west Africans. *Can J Anesth* 52, 291-296
50. Niforopoulou, P., Pantazopoulos, I., Demestiha, T., Koudouna, E., Xanthos, T. (2010): Video-laryngooscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand* 54(9), 1050-1061
51. Nosker, G.S., Swan, K.G. (2007): Sir Ivan Magill: the right physician in the right place at the right time. *J Trauma* 62(4), 1056-1059
52. Peters, T.E., Fry, E.A. (1984): Facilitation of nasoendotracheal intubation using an endotracheal tube introducer. *J Oral Maxillofac Surg* 42(7), 475-476

53. Peterson, G.N., Domino, K.B., Caplan, R.A., Posner, K.L., Lee, L.A., Cheney, F.W. (2005): Management of the difficult airway: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 103(1), 33-39
54. Powell, L., Andrzejowski, J., Taylor, R., Turnbull, D. (2009): Comparison of the performance of four laryngoscopes in a high-fidelity simulator using normal and difficult airway. *British Journal of Anaesthesia* 103 (5), 755-760
55. Randell, T. (1996): Prediction of difficult intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 40(8 Pt 2), 1016-1023
56. Rose, D.K., Cohen, M.M. (1994): The airway: problems and predictions in 18.500 patients. *Can J Anaesth* 41, 372-383
57. Rose, D.K., Cohen, M.M. (1996): The incidence of airway problems depends on the definition used. *Can J Anaesth* 43(1), 30-34
58. Samsoon, G.L.T., Young, J.R.B. (1987): Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 14, 17-27
59. Savoldelli, G.L., Schiffer, E., Abegg, C., Baeriswyl, V., Clergue, F., Waeber, J.L. (2008): Comparison of Glidescope, the McGrath, the Airtraq and the Macintosh laryngoscopes in simulated difficult airways. *Anaesthesia* 63, 1358-1364
60. Schoettker, P., Bathory, I., Broome, M. (2010): Retraction movement of the Frova airway intubation introducer to assist nasotracheal intubation in patients with limited mouth opening. *Anesthesiology* 113(6), 1476-1478
61. Serocki, G., Bein, B., Scholz, J., Dörge, V. (2010): Management of the predicted difficult airway: a comparison of conventional blade

- laryngoscopy with video-assisted blade laryngoscopy and the GlideScope. *Eur J Anaesthesiol* 27(1), 24-30
62. Sims, L., Patel, A., Enderby, D.(2004): Modified Magill`s forceps revisited. *Anaesthesia* 59, 97
63. Shiga, T., Wajima, Z., Inoue, T., Sakamoto, A. (2005): Predicting difficult intubation in apparently normal patients: A meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* 103, 429-437
64. Slemann, K.W. (1979): An introducer to facilitate nasotracheal intubation. *Anaesth Intensiv Care* 7(4), 381-382
65. Sternbach, G. (1984): Ivan Magill: forceps for intratracheal anesthesia. *J Emerg Med* 1 (6), 543-545
66. St. Mont, G., Biesler, I., Pfortner, R., Mohr, C., Groeben, H. (2012): Easy and difficult intubation – a randomised comparison of Macintosh vs. Airtraq laryngoscopes. *Anaesthesia* 67, 132-138
67. Stroumpoulis, K., Pagoulatou, A., Violari, M., Ikonomidou, I., Kalantzi, N., Kastrinaki, K., Xanthos, T., Michaloliakou, C. (2009): Videolaryngoscopy in the management of the difficult airway: a comparison with the Macintosh blade. *Eur J Anaesthesiol* 26, 218-222
68. Su, Y.C., Chen, C.C., Lee, Y.K., Lee, J.Y., Lin, K.J. (2011): Comparison of video laryngoscopes with direct laryngoscopy for tracheal intubation: a meta-analysis of randomized trials. *Eur J Anaesthesiol* 28, 788-795
69. Sukhupragarn, W., Churnchongkolkul, W. (2010): Glidescope intubation after failed fiberoptic intubation. *Paediatr Anaesth* 20, 901-902

70. Takenaka, I., Aoyama, K., Iwagaki, T., Ishimura, H., Takenaka, Y., Kadoya, T. (2009): Approach combining the Airway Scope and the bougie for minimizing movement of the cervical spine during endotracheal intubation. *Anesthesiology* 110, 1335-1340
71. Teoh, W.H., Saxena, S., Shah, M.K., Sia, A.T. (2010): Comparison of three videolaryngoscopes: Pentax Airway Scope, C-MAC, Glidescope vs. the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation. *Anaesthesia* 65, 1126-1132
72. Thong, S.Y., Lim, Y. (2009): Video and optic laryngoscopy assisted tracheal intubation: the new era. *Anaest Intensive Care* 37(2), 219-233
73. Tse, J.C., Rimm, E.B., Hussain, a. (1995): Predicting difficult endotracheal intubation in surgical patients scheduled for general anesthesia: a prospective blind study. *Anesth Analg* 81(2), 254-258
74. Tuzuner-Oncul, A.M., Kucukyavuz, Z. (2008): Prevalence and prediction of difficult intubation in maxillofacial surgery patients. *Journal of oral and maxillofacial surgery* 66(8), 1652-1658
75. Ulrich, B., Listyo, R., Gerig, H.J., Gabi, K., Kreienbuhl, G. (1998): Die schwierige Intubation: Der Nutzen von BURP und die Aussagekraft von Prädiktoren. *Anaesthesist* 47, 45-50
76. Viswanathan, S., Campbell, C., Wood, D.G., Riopelle, J.M., Naraghi, M. (1992): The Eschmann tracheal tube introducer (Gum elastic bougie). *Anesthesiol Rev* 19(6), 29-34
77. Wilson, M.E., Spiegelhalter, D., Robertson, J.A., Lesser, P. (1988): Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth* 61, 211-216

78. Xue, F., Zhang, G., Liu, J., Li, X., Sun, H., Wang, X., Li, C., Liu, K., Xu, Y., Liu, Y. (2006): A clinical assessment of the Glidescope videolaryngoscope in nasotracheal intubation with general anesthesia. *J Clin Anesth* 18(8), 611-615
79. Yamamoto, K., Tsubokawa, T., Shibata, K., Ohmura, S., Nitta, s., Kobayashi, T. (1997): Predicting difficult intubation with indirect laryngoscopy. *Anesthesiology* 86, 316-321
80. Yentis, S.M. (2006): Predicting trouble in airway management. *Anesthesiology* 105, 871-872

7. Anhang

7.1. Abkürzungsverzeichnis

Abw	Abweichung
ASA	American Society of Anesthesia
bzw.	beziehungsweise
C&L	Cormack und Lehane
cm	Zentimeter
HF _n	Herzfrequenz nach Intubation
HF _v	Herzfrequenz vor Narkoseeinleitung
ID	Innendurchmesser
j/n	ja/nein
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
m	männlich
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
n	Anzahl
ns	nicht signifikant
RR	nichtinvasive Blutdruckmessung nach Riva-Rocci
s	Sekunde
SAD _n	systolischer Blutdruck nach Intubation
SAD _v	systolischer Blutdruck vor Narkoseeinleitung
SO _{2n}	Sauerstoffsättigung nach Intubation
SO _{2v}	Sauerstoffsättigung vor Narkoseeinleitung
w	Weiblich
\bar{x}	Mittelwert
σ	Standardabweichung
μg	Mikrogramm

7.2. Tabellen

Tab.1: anthropometrische Daten

	Glidescope		Airtraq		C-Mac		P
m/w	40/10		35/15		33/17		ns
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
Alter	59	14	59	15	56	17	ns
Größe (cm)	175	8	172	9	174	9	ns
Gewicht (kg)	77	12	72	16	75	18	ns
Zahnreihen- abstand (cm)	2,6	0,8	2,8	1,0	2,7	0,9	ns
Mallampati- Score (1/2/3/4)	1/7/18/24		0/7/15/28		1/5/19/25		ns
C & L – Score (1/2/3/4)	18/20/10/2		27/17/1/5		20/15/13/2		A/G=0,0135 A/C=0,0052 G/C=0,7504

Tab. 2: anästhesierelevante Daten

	Glidescope		Airtraq		C-Mac		P
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
Propofol (mg/kg KG)	3,6	0,8	3,6	1,0	3,6	1,0	ns
Remifentanyl (µg/kg KG)	0,9	0,2	1,0	0,3	1,0	0,5	ns
Succinylcholin (mg/kg KG)	1,1	0,2	1,1	0,2	1,1	0,2	ns
HFv (1/s)	76	12	75	12	78	10	ns
HFv (1/s)	70	12	68	14	72	13	ns
SADv (mmHg)	139	21	136	19	141	21	ns
SADn (mmHg)	111	21	115	22	118	19	ns
SO ₂ v (%)	97	3	97	2	97	2	ns
SO ₂ n (%)	97	6	97	5	98	4	ns
Trauma (j/n)	14/36		16/34		10/40		ns

Tab. 3: Messwerte

	Glidescope		Airtraq		C-Mac		P
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
Intubationszeit Gesamt (s)	88	47	113	51	86	42	A/G=0,0135 A/C=0,0074 G/C=0,8263
Zangenzeit [alt] (s)	15	12	28	16	14	13	A/G=0,0004 A/C<0,0001 G/C=0,5209
Zangenzeit [neu] (s)	11	7	18	12	13	14	A/G=0,0054 A/C=0,0383 G/C=0,4713
Zangenzeit [alt] max (s)	33	29	51	27	28	29	A/G=0,0053 A/C=0,0018 G/C=0,7240
Zangenzeit [neu] max (s)	16	18	22	18	18	22	ns
Intubationserfolg (j/n)	45/5		44/6		45/5		ns
Erfolg Einsatz Zange [alt] (j/n)	35/15		25/25		38/12		A/G=0,0412 A/C=0,0071 G/C=0,4992
Erfolg Einsatz Zange [neu] (j/n)	47/3		46/4		46/4		ns
X ² [neu]	139 / 11						<0,0001
X ² [alt]	98 / 52						

8. Danksagung

Allen, die mich im Laufe der Zeit, in der diese Arbeit entstanden ist, begleitet und unterstützt haben, möchte ich an dieser Stelle Dank sagen.

Besonderer Dank gebührt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Harald Groeben für die Überlassung des Themas, für das Korrekturlesen und die fruchtbaren Diskussionen. Seine Begeisterung für die klinische Forschung, sein Ideenreichtum und seine Ratschläge haben in einem ganz erheblichen Maß zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Dank seiner Motivation konnte ich ihn nach Hamburg und Chicago begleiten, und diese Studie persönlich in Vorträgen präsentieren.

Großer Dank gilt auch den Kollegen und Mitarbeitern der Anästhesieabteilung der Kliniken Essen – Mitte, allen voran Frau Dr. med. Ilona Biesler, für die Unterstützung bei der Datenerhebung.

Nicht vergessen möchte ich meine Chefin Frau Dr. med. Gabriele von La Rosée, die mich in den langen Jahren, die wir miteinander arbeiten durften, immer wieder ermutigt hat, trotz großer Arbeitsbelastung als klinisch tätiger Oberarzt, das Ziel einer Promotion trotz vielfacher frustraner Anläufe nicht aus den Augen zu verlieren.

Der größte Dank gilt jedoch meiner Frau Melanie und meinen Kindern Jule, Jette und Finja. Sie haben mir in all der Zeit den Rücken frei gehalten, auf mich verzichtet, wenn ich mal wieder am Schreibtisch verschwunden war und Ihre eigenen Bedürfnisse zurückgestellt. Ich freue mich auf die Zeit, Ihnen all dieses wieder zurückgeben zu können.

9. Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus
Gründen des Datenschutzes nicht enthalten

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus
Gründen des Datenschutzes nicht enthalten